

# PENGAJIAN AIR LIMBAH PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI SEBAGAI PUPUK MULTINUTRIEN PHOSPHATE-BASED

Ketut Sumada  
Jurusan Teknik Kimia  
Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran" Jawa Timur  
email : [ketutaditya@yahoo.com](mailto:ketutaditya@yahoo.com)

## ABSTRAK

Air limbah pembangkit listrik tenaga panas bumi mengandung ion kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan amonium ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) yang mengakibatkan pencemaran lingkungan berupa pendangkalan saluran air sungai jika dibuang langsung kedalam sungai. Kandungan ion-ion dalam air limbah dapat dimanfaatkan menjadi pupuk multinutrien phosphate base. Produksi pupuk multinutrien phosphate base dilakukan dengan penambahan ion phosphate ke dalam air limbah sehingga terbentuk endapan padatan putih. Penelitian dilakukan dalam tangki berpengaduk dengan operasional secara batch dan bahan yang digunakan dinatrium hidrogen fosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) dengan konsentrasi dan waktu pengadukan dengan varisasi : 30, 40, 50, 60, dan 70 menit dan kecepatan putaran pengaduk 200 rpm. Hasil penelitian terbaik diperoleh dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  16 gram per liter air limbah dan waktu pengadukan 60 menit dengan kualitas pupuk multinutrien phosphate base 16 gram per liter air limbah. Kualitas pupuk yang dihasilkan : Ca : 2,68%, K : 29,20%, Mg : 0,02%, dan  $\text{PO}_4$  : 44,10% serta berat pupuk 10 gram per liter air limbah

Kata kunci : air limbah, pupuk, phosphate-base, multinutrien dan pengadukan

## ABSTRACT

Wastewater of geothermal power plants contains potassium ions (K), calcium (Ca), magnesium (mg) and ammonium ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) cause environmental pollution in the form of siltation of river waterways if discharged directly into rivers. The content of ions in waste water can be utilized to produce multinutrient phosphate-based fertilizer. Research done by addition of phosphate ions into the wastewater so that the white solid precipitate formed. The utilization of wastewater of geothermal power plants as multinutrient phosphate-based fertilizer performed in stirred tank with a batch operation, the material used in this study disodium hydrogen phosphate ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) concentration and time of stirring with varisasi: 30, 40, 50, 60 , and 70 minutes and stirrer rotation speed of 200 rpm. The best results obtained with the addition of  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  16 grams per liter of wastewater and stirring time of 60 minutes with the quality of multinutrient phosphate-based fertilizer manure generated: Ca: 2.68%, K: 29.20%, Mg: 0.02%, and  $\text{PO}_4$ : 44.10% by weight of fertilizer as well as 10 grams per liter of wastewater

Key words : wastewater, fertilizer, phosphate-base, multinutrient, and stirred

## PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTPB) merupakan pembangkit listrik yang bersifat dapat diperbaharui (renewable), sebab pembangkit listrik ini memanfaatkan panas bumi sebagai sumber listrik.

Air limbah pembangkit listrik tenaga panas bumi (geothermal) hasil pemisahan sebagian diinjeksikan kembali ke dalam perut bumi dan sebagian lagi menjadi air limbah. Masuknya air hujan ke dalam perut bumi mengakibatkan sumber panas dalam perut bumi dapat dijaga dalam waktu yang cukup lama (renewable). Air limbah PLTPB mengandung berbagai jenis mineral tersuspensi maupun terlarut dengan total dissolved solid cukup tinggi. Air limbah ini dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan berupa pendangkalan aliran sungai jika tidak dilakukan pengolahan.

Berdasarkan data literature, berbagai jenis mineral yang terkandung dalam air limbah PLTPB berupa silika, kalium, magnesium, yang dapat dimanfaatkan menjadi suatu produk yang bernilai ekonomi berupa Pupuk Multinutrien Phosphate-Base.

Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan air limbah pembangkit listrik tenaga panas bumi untuk menghasilkan produk pupuk serta mengkaji berbagai faktor yang berpengaruh serta kualitas pupuk yang dihasilkan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Kualitas Air Limbah Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTPB)

Berdasarkan kajian literatur dan analisis laboratorium, air limbah yang berasal dari PLTPB mengandung berbagai jenis ion, data kualitas air limbah dari

PLTPB seperti tercantum dalam tabel 1 berikut :

Tabel 1. Kualitas Air Buangan Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi

Parameter	Konsentrasi (mg/l)	Parameter	Konsentrasi (mg/l)
TDS	20946	HNO <sub>3</sub>	100
pH	5.67	Cl	11650
Na	6057.8	SO <sub>4</sub>	13.3
K	8756.42	F	0.92
Ca	287.55	B	244.94
Mg	1127.55	SiO <sub>2</sub>	746.7
NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> OH	535.2	As	16.95

Ion-ion seperti Kalium (K), Magnesium (Mg) dan Kalsium (Ca) yang terkandung dalam air buangan dapat dimanfaatkan sebagai pupuk.

### 2. Pupuk

Pupuk merupakan suatu bahan yang sangat diperlukan dalam menunjang kegiatan sektor pertanian. Berbagai jenis pupuk telah dipergunakan pada sektor pertanian seperti pupuk UREA, ZA, TSP, KCl, KNO<sub>3</sub>, MgSO<sub>4</sub>, DAP (diamonium phosphate) dan sebagainya. Pupuk-pupuk tersebut hanya mengandung satu atau dua unsur nutrient.

Mengingat jenis-jenis pupuk yang tersedia hanya mengandung satu atau dua jenis unsur nutrient yang diperlukan oleh tanaman, maka pemakaian pupuk pada sektor pertanian biasanya dilakukan dengan mengkombinasikan jenis pupuk yang satu dengan yang lainnya. Pengkombinasian pemakaian pupuk mengakibatkan biaya operasional produksi pertanian semakin besar.

Berbagai unsur nutrient dalam pupuk yang dibutuhkan oleh sebagian besar tanaman diantaranya : Kalium (K), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca) dan Phosphat (P). Kalium dibutuhkan untuk mempercepat proses asimilasi karbohidrat, pertumbuhan akar dan

batang. Kekurangan kalium pada tanaman mengakibatkan bercak-bercak pada daun atau keriput daun dan pada akhirnya daun akan mengering. Magnesium dibutuhkan oleh semua bagian hijau dari tanaman mengingat magnesium merupakan penyusun klorofil. Magnesium merupakan ion yang sangat diperlukan oleh seluruh jenis tanaman. Phosphate (P) dibutuhkan oleh tanaman untuk merangsang pertumbuhan akar dan tanaman muda, mempercepat pembungaan, pemasakan buah, biji dan penyusunan lemak dan protein. Kalsium (Ca) diperlukan oleh tanaman untuk membantu proses penetralan derajat keasaman tanah.

### 3. Pupuk Multinutrien Phosphate Base

Pupuk multinutrien phosphate base merupakan pupuk berbasis phosphate yang mengandung lebih dari dua (2) nutrien. Kualitas pupuk multinutrien phosphate base seperti tercantum dalam tabel 2.

Tabel 2. Kualitas pupuk multinutrien phosphate base

No	Komponen	Komposisi produk (% berat)
1	Phosphat (PO <sub>4</sub> )	45 – 55%
2	Magnesium (Mg)	15 – 25%
3	Kalium (K)	20 – 30%
4	Amonia (NH <sub>4</sub> )	5 – 10 %
5	Kadar air	5 - 10 %

Sumber : Jose A. Fernando Lozano and Lerida Sanvicente (2005)

Dalam penelitian ini dikaji pemanfaatan bittern industri garam menjadi pupuk multinutrien phosphate-base. Proses yang dilakukan dengan mereaksikan bittern industri garam yang mengandung ion K dan Mg dengan kombinasi NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> dan NaOH. Produk yang dihasilkan berupa padatan yang

mengandung Mg-K-PO<sub>4</sub>, Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>) dan NaCl.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bittern dapat dimanfaatkan sebagai pupuk multinutrien phosphate-base dengan kualitas produk seperti tercantum dalam tabel 3.

Tabel 3. Kualitas Pupuk Multinutrien Berdasarkan hasil Penelitian Jose A. Fernando Lozano

Temperatur Reaksi (°C)	Komposisi Produk (% berat)			
	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Kristal
15	53,92	17,45	5,40	Mg-K-PO <sub>4</sub> .3H <sub>2</sub> O
30	51,22	17,35	4,82	Mg-Na-PO <sub>4</sub> .3H <sub>2</sub> O

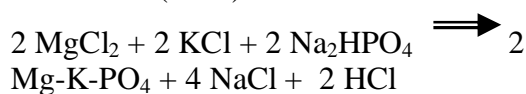
Sumber : Fernando Lozano J A and Lerida Sanvicente (2005)

### 4. Reaksi Pembentukan Pupuk Multinutrien Phosphate Base

Ion-ion seperti kalium (K), magnesium (Mg) dan Kalsium (Ca) yang terkandung dalam air buangan industri pusat listrik tenaga panas bumi merupakan unsur makro (nutrient) dalam pupuk yang sangat diperlukan oleh berbagai jenis tanaman.

Ion-ion seperti kalium (K), magnesium (Mg), Kalsium (Ca) apabila direaksikan dengan ion phosphate (PO<sub>4</sub>) membentuk senyawa Mg-K-PO<sub>4</sub>, Ca-K-PO<sub>4</sub> yang dikenal dengan pupuk multinutrien.

Mekanisme reaksi produksi pupuk multinutrien phosphate-base : (Fernando Lozano J A and Lerida Sanvicente (2005)



Berdasarkan reaksi tersebut diatas diketahui kualitas produk pupuk multinutrien yang akan dihasilkan

dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya :

a. Kualitas air buangan

Kualitas air buangan yang diproses menjadi pupuk akan mempengaruhi kualitas dan kuantitas pupuk yang dihasilkan. Kualitas air buangan yang baik diproses untuk menjadi pupuk adalah air buangan yang mengandung ion-ion K, Mg, P, S dan N yang merupakan bahan nutrisi bagi berbagai jenis tanaman. Disamping itu, kuantitas masing-masing ion juga berpengaruh terhadap kuantitas pupuk yang dihasilkan.

b. Konsentrasi Dinatrium hidrogen Fosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ )

Konsentrasi dinatrium hidrogen fosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) yang diperlukan dalam reaksi pembentukan pupuk tergantung pada konsentrasi ion K, Mg dan Ca yang terkandung dalam air buangan. Konsentrasi dinatrium hidrogen fosfat yang ditambahkan mempengaruhi kualitas pupuk yang dihasilkan, semakin besar konsentrasi dinatrium hidrogen fosfat yang dipergunakan mengakibatkan ion K, Mg dan Ca yang terikat semakin besar, tetapi apabila berlebih akan menjadi tidak ekonomis karena ion fosfat akan larut kedalam air. Dengan demikian penambahan konsentrasi dinatrium hidrogen fosfat perlu dikaji agar produk yang dihasilkan mempunyai kualitas yang tinggi dan memenuhi standar.

c. Kecepatan dan Waktu Pengadukan (Reaksi)

Reaksi antara ion phosphate dengan ion K, Mg dan Ca dilakukan dalam suatu reactor tangki berpengaduk. Berdasarkan mekanisme reaksi pembentukan pupuk diketahui reaksi antara ion fosfat ( $\text{PO}_4$ ) dengan ion K, Mg dan Ca merupakan reaksi

irreversible atau searah. Tingkat kesempurnaan reaksi dipengaruhi oleh kecepatan putaran pengaduk dan waktu pengadukan (waktu reaksi). Pada kecepatan putaran pengaduk lambat diperlukan waktu reaksi yang cukup lama untuk mencapai kesempurnaan reaksi dan sebaliknya. Dengan demikian kecepatan putaran pengaduk dan waktu pengadukan perlu dikaji agar diperoleh tingkat kesempurnaan reaksi yang menghasilkan produk memenuhi standar kualitas.

d. Pencucian Produk

Pencucian produk atau hasil reaksi yang berupa padatan dilakukan dengan mempergunakan air. Proses pencucian dimaksudkan untuk menghilangkan ion-ion yang tidak dikehendaki dalam produk seperti ion Na dan Cl. Dengan proses pencucian ion-ion tersebut akan terlarut kedalam air sehingga diperoleh produk yang berkualitas. Dengan demikian proses pencucian perlu dilakukan pengkajian agar produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas.

e. Temperatur dan Waktu Pengeringan Produk

Pengeringan produk dimaksudkan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam produk. Temperatur pengeringan yang cukup tinggi maupun rendah akan mempengaruhi kualitas produk, temperatur pengeringan yang rendah akan memerlukan waktu yang cukup lama sedangkan pada temperatur yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada produk, dengan demikian temperatur dan waktu pengeringan perlu dikaji untuk menghasilkan produk yang berkualitas.

Disamping kualitas berdasarkan komposisi, pupuk multinutrien ini mempunyai keunggulan lain dibanding dengan pupuk yang ada saat ini seperti : Mengandung lebih dari satu komponen ion makro (nutrient) yang diperlukan tanaman

Mempunyai solubilitas rendah (0,02 gram/100 gram air)

Sesuai untuk daerah subtropis dan tropis seperti di Indonesia

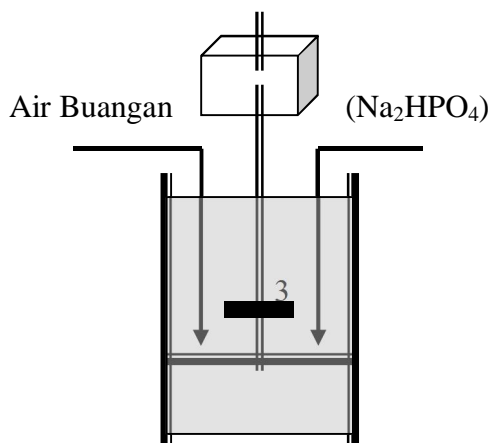
Bahan baku air buangan pembangkit listrik tenaga panas bumi tersedia dalam jumlah yang cukup besar

## METODE PENELITIAN

Penelitian pengkajian pemanfaatan air limbah pembangkit listrik tenaga panas bumi menjadi pupuk multinutrien phosphate base merupakan penelitian laboratorium yang dilakukan secara batch.

Air limbah pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTPB) yang dipergunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. Geo Dipa yang berlokasi di Dieng kabupaten wonosobo, Jawa Tengah.

Penelitian dilaksanakan menggunakan tangki berpengaduk seperti gambar 1. Dengan susunan peralatan seperti gambar 1.



Gambar 1. Peralatan Produksi Pupuk Multinutrien Phosphate-based secara batch

Keterangan Peralatan :

1. Motor pengaduk
2. Pengaduk
3. Tangki

Tatacara penelitian :

1. Analisis konsentrasi ion-ion : kalium (K), magnesium (Mg), Kalsium (Ca) dan Derajat keasaman (pH) air buangan
2. Masukkan air limbah kedalam Tangki berpengaduk dengan volume tertentu.
3. Masukkan dinatrium hidrogen fosfat dengan konsentrasi tertentu (sesuai perlakuan) dan lakukan pengadukan dengan kecepatan 200 rpm
4. Pengadukan dilakukan dalam waktu tertentu (sesuai perlakuan)
5. Pisahkan padatan yang terbentuk dari larutan induk
6. Cuci padatan tersebut dengan air
7. Pisahkan padatan dari cairan
8. Keringkan padatan tersebut pada temperatur tertentu dan waktu tertentu (sesuai perlakuan)
9. Analisis konsentrasi ion kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan fosfat ( $\text{PO}_4$ ), dalam produk serta berat produk
10. Ulangi penelitian dari no 2 hingga no 9 dengan konsentrasi dinatrium hidrogen fosfat, dan waktu pengadukan sesuai perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Kualitas Air Limbah Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Berdasarkan hasil analisis laboratorium, kualitas air limbah pembangkit listrik tenaga panas bumi tercantum dalam tabel 4.

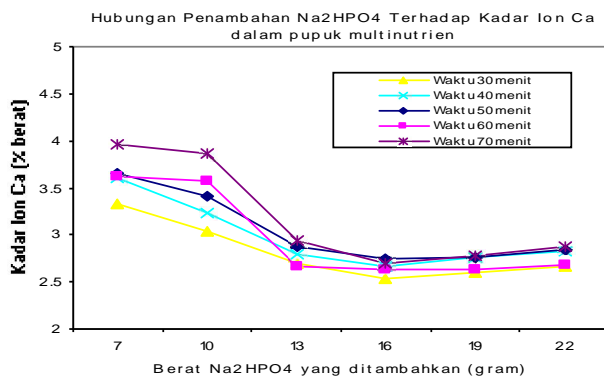
Tabel 4. Kualitas Air Limbah Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi

Parameter	Konsen -trasi (mg/L)	Konsen -trasi (mg/L)	Konsen -trasi rata (mg/L)
Kalium	3.225	3.343	3.284
Magnesium	3	2	2,5
Kalsium	290	287	288,5
TOTAL	3518	3632	3575

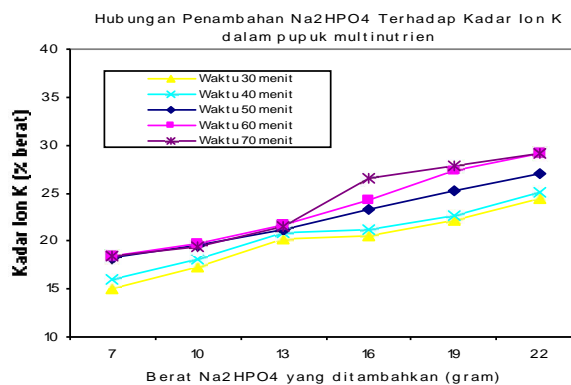
Berdasarkan hasil analisis laboratorium yang tercantum dalam tabel 4 tersebut diatas, diketahui bahwa jumlah padatan (K, Mg, dan Ca) rata-rata sebesar 3575 mg/L, ini berarti jika seluruh ion-ion tersebut terrecovey seluruhnya, maka dalam 1 liter air limbah dapat dihasilkan minimal pupuk multinutrien phosphate-base sebesar 3575 gram. Mengingat konsentrasi ion K yang cukup tinggi, komposisi produk pupuk multinutrien phosphate-based mengandung ion K yang tinggi. sehingga dalam penelitian ini jenis ion yang diteliti : K, Mg dan Ca yang terikat dalam fosfat ( $\text{PO}_4$ )

### 3. Kualitas Produk Pupuk Multinutrien Phosphate-base

Berdasarkan hasil penelitian dengan variasi konsentrasi dinatrium hidrogen fosfat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) yang ditambahkan kedalam air limbah dan waktu pengadukan diperoleh hasil penelitian seperti tercantum dalam grafik 1, 2, 3, 4, dan 5 :

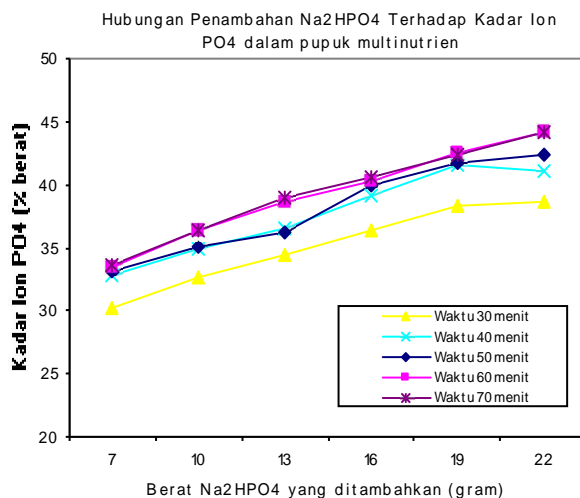


Grafik 1 menunjukkan pengaruh berat  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang ditambahkan terhadap kadar ion Ca dalam produk pupuk multinutrien phosphate-based pada waktu pengadukan yang berbeda-beda. Dari grafik 1 terlihat bahwa pada waktu pengadukan tertentu, semakin besar jumlah  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang ditambahkan persentase (%) kadar ion Ca dalam produk pupuk semakin kecil dan cenderung konstan hal ini disebabkan semakin besar jumlah  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang ditambahkan jumlah pupuk yang dihasilkan semakin besar sedangkan jumlah ion Ca tetap dengan demikian persentasenya menjadi kecil. Pada penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  tertentu semakin lama waktu pengadukan persentase (%) kadar ion Ca dalam pupuk semakin besar dan cenderung konstan pada waktu yang terlalu lama, hal ini disebabkan semakin lama waktu pengadukan kesempatan untuk kontak dan membentuk reaksi semakin besar, tetapi jika terlalu lama waktu pengadukan menjadi tidak efisien karena kadar ion Ca cenderung konstan atau sudah terrecovey seluruhnya. Persentase kadar ion Ca tertinggi diperoleh pada waktu pengadukan 70 menit dan penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  22 gram yaitu 2,88 %.



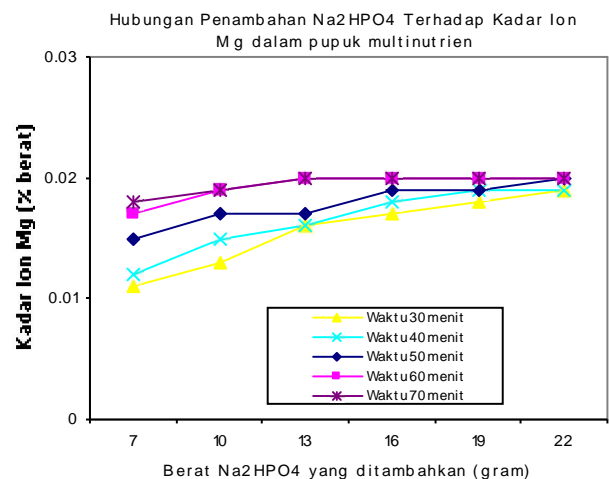
Grafik 2. Menunjukkan pengaruh penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  terhadap kadar Ion K dalam produk pupuk multinutrien phosphate-based.

Berdasarkan grafik 2 terlihat bahwa pada waktu pengadukan tertentu, semakin besar jumlah ion  $\text{PO}_4$  yang ditambahkan kadar ion K dalam pupuk semakin besar hal ini disebabkan karena ion K dalam air limbah cukup tinggi sedangkan yang lainnya cukup kecil, semakin lama waktu pengadukan pengadukan kadar ion K dalam pupuk semakin tinggi hal ini disebabkan semakin lama waktu pengadukan memberikan kesempatan terikatnya ion K dalam  $\text{PO}_4$  semakin besar. Kadar ion K tertinggi diperoleh pada waktu pengadukan 60 menit dan penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  22 gram yaitu 29,20 %.



Grafik 3 menunjukkan pengaruh penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  terhadap kadar ion  $\text{PO}_4$  dalam produk pupuk multinutrien phosphate-based pada waktu pengadukan tertentu. Grafik 3 memperlihatkan bahwa pada waktu pengadukan tertentu, semakin besar jumlah  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang ditambahkan persentase (%) kadar ion  $\text{PO}_4$  dalam produk pupuk semakin besar dan cenderung konstan pada penambahan ion  $\text{PO}_4$  yang lebih tinggi, hal ini disebabkan karena semakin besar  $\text{PO}_4$  yang ditambahkan ion-ion dalam air akan terikat secara sempurna. Jumlah ion  $\text{PO}_4$  yang diperlukan sebanding

dengan jumlah ion K, Ca dan Mg yang terkandung dalam air buangan, jika ion-ion tersebut sudah terikat sempurna dengan ion  $\text{PO}_4$ , penambahan ion  $\text{PO}_4$  tidak lagi meningkatkan ion  $\text{PO}_4$  dalam pupuk. Pada penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  tertentu semakin lama waktu pengadukan persentase (%) kadar ion  $\text{PO}_4$  dalam pupuk semakin besar dan cenderung konstan pada waktu yang terlalu lama, hal ini disebabkan semakin lama waktu pengadukan kesempatan untuk kontak dan membentuk reaksi semakin besar, tetapi jika terlalu lama waktu pengadukan menjadi tidak efisien karena kadar ion  $\text{PO}_4$  cenderung konstan. Persentase kadar ion  $\text{PO}_4$  tertinggi diperoleh pada waktu pengadukan 60 menit dan penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  22 gram yaitu 44,10 %.

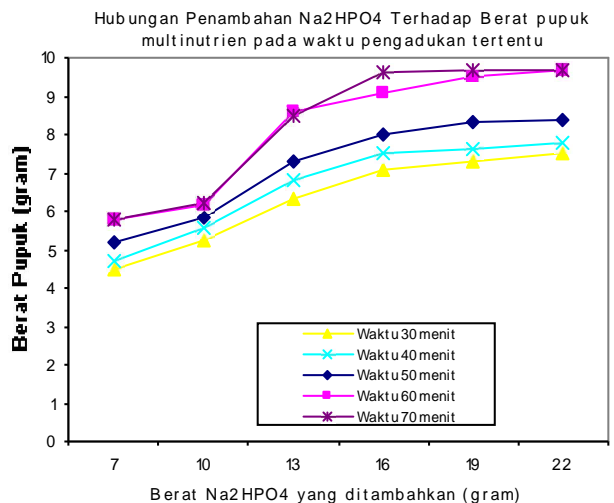


Grafik 4 menunjukkan pengaruh penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  terhadap kadar ion Mg dalam produk pupuk multinutrien phosphate-based, pada waktu pengadukan tertentu, Grafik 4 memperlihatkan bahwa semakin besar jumlah  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang ditambahkan persentase (%) kadar ion Mg dalam produk pupuk semakin besar, dan cenderung konstan pada penambahan ion  $\text{PO}_4$  yang lebih tinggi, hal ini disebabkan karena semakin besar  $\text{PO}_4$  yang ditambahkan ion Mg dalam air akan terikat secara sempurna,

kenaikannya tidak terlalu besar karena jumlah ion Mg dalam air buangan sangat kecil. Pada penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  tertentu semakin lama waktu pengadukan persentase (%) kadar ion Mg dalam pupuk semakin besar dan cenderung konstan pada waktu yang terlalu lama, hal ini disebabkan semakin lama waktu pengadukan kesempatan untuk kontak dan membentuk reaksi semakin besar, tetapi jika terlalu lama waktu pengadukan menjadi tidak efisien karena kadar ion Mg yang terikat dalam  $\text{PO}_4$  sudah habis. Persentase kadar ion Mg tertinggi diperoleh pada waktu pengadukan 60 menit dan penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  13 gram yaitu 0,020 %.

Grafik 5 menunjukkan pengaruh penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  terhadap berat pupuk multinutrien phosphate-based yang dihasilkan. Grafik 5 memperlihatkan bahwa pada waktu pengadukan tertentu, semakin besar jumlah  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang ditambahkan berat pupuk yang dihasilkan semakin besar dan cenderung konstan pada penambahan ion  $\text{PO}_4$  yang lebih tinggi, hal ini disebabkan karena semakin besar ion  $\text{PO}_4$  yang ditambahkan semakin banyak jumlah ion yang terikat dalam ion  $\text{PO}_4$  dan pada kondisi tertentu kelebihan  $\text{PO}_4$  mengakibatkan  $\text{PO}_4$  terlarut dan tidak bereaksi dengan ion-ion. Pada penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  tertentu semakin lama waktu pengadukan berat pupuk yang dihasilkan semakin besar dan cenderung konstan pada waktu yang terlalu lama, hal ini disebabkan semakin lama waktu pengadukan kesempatan untuk kontak dan membentuk reaksi semakin besar, tetapi jika terlalu lama waktu pengadukan menjadi tidak efisien karena berat produk akan konstan karena jumlah ion dalam air buangan sudah terikat dengan  $\text{PO}_4$  dan membentuk pupuk. Berat pupuk. Berat pupuk terbesar diperoleh pada waktu

pengadukan 60 menit dan penambahan  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  19 gram yaitu 9,70 gram.



## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian produksi pupuk multinutrien phosphate-based dari air limbah pembangkit listrik tenaga panas bumi dapat disimpulkan :

1. Air buangan pembangkit listrik tenaga panas bumi dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan pupuk multinutrien phosphate-based
2. Waktu pengadukan terbaik 60 menit
3. Jumlah  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  yang diperlukan 16 gram per liter air limbah
4. Kualitas pupuk yang dihasilkan :  
Kadar ion Ca : 2,68 %  
Kadar ion K : 29,20 %  
Kadar ion Mg : 0,02 %  
Kadar ion  $\text{PO}_4$  : 44,10 %
5. Kualitas pupuk multinutrien phosphate-based yang dihasilkan memenuhi standar SNI yaitu untuk pupuk NPK kadar ion P dan K minimum 6% dan pupuk SP-36 kadar ion P minimum 36%
6. Berat produk pupuk multinutrien phosphate-based yang dihasilkan kurang lebih 10 gram/liter air buangan



## Saran

Berdasarkan hasil penelitian produk pupuk multinutrien phosphate-based ini memenuhi standar mutu baik untuk pupuk NPK maupun SP-36 dan harga dasar pupuk, maka hasil penelitian ini dapat diaplikasikan menjadi suatu industri pupuk di Indonesia. Dalam rangka pemasaran penelitian ini masih memerlukan penelitian lanjutan untuk mengetahui kinerja pupuk multinutrien phosphate-based ini pada berbagai jenis tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

Fernando Lozano J A and Lerida Sanvicente (2005) "Multinutrient Phosphate-Base Fertilizer From Seawater Bitterns" Journal Of Intercience.

Fernando Lozano J A, (1996) "Fabrication of Multinutrient Phosphate-Base Fertilizer From Seawater and Monocalcium phosphate" Proc. I ChemE Research Event, University of Leeds, UK. Vol 2, 850-859

Fernando Lozano J A and Manili A, (2000) "A Fertilizer from Bittern, Phosphoric Acid and Amonia", Word SALT Symposium. The Netherlands, Vol 1, 589-593..

J.M. Coulson and J.F. Richardson, 1968, "Chemical Engineering", Pergamon Press Ltd, USA.

Kokihama H, Hardy HR, Toshi T, Toyokura K, (1993), "Bittern Utilization". Proc 7<sup>th</sup> Symposium, Kioto, Japan. Vol 1, 499-631

J.M. Coulson and J.F. Richardson, 1968, "Chemical Engineering", Pergamon Press Ltd, USA.

JM Nyers et al, (1979), "Phosphate Fertilizer Industry" US Environmental Protection Agency

Vogel, 1979, "Textbook of Macro and Semimicro Qualitative Inorganic Analysis", Longman Group Limited, London.